

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04286981 A**(43) Date of publication of application: **12.10.92**

(51) Int. Cl.

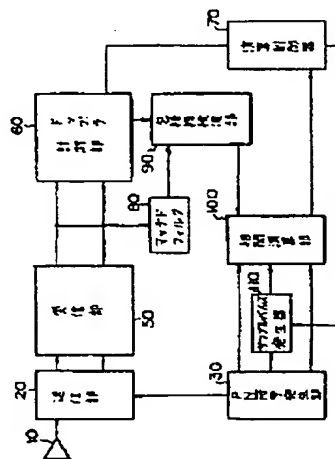
G01S 13/60**G01S 7/292****G01S 13/28****G01S 13/93**(21) Application number: **03051130**(71) Applicant: **JAPAN RADIO CO LTD**(22) Date of filing: **15.03.91**(72) Inventor: **SEKINE CHOGO**(54) **AUTOMOBILE COLLISION PREVENTION RADAR** small transmission power.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

PURPOSE: To prevent the interference with the other automobile-mounted same device, simultaneously measure a distance and speed and realize a high-detection performance, high reliable and inexpensive device by small power.

CONSTITUTION: Spectrum scattering is applied. A PN(pseudo noise) code train is produced as a first PN code train and a second PN code train. An epoch EP1 of the first PN code train is made the chips CH 2 of the second PN code train and the epoch EP2 of the second PN code train is taken sufficiently longer than the going and returning time of an electric wave between an obstruction and a radar. A correlation is found between a matched filter 80 and a correlative operation part 100 to find a distance up to the obstruction. A Doppler component is extracted in a Doppler measurement part 60 to find a relative speed. An obstruction probability by other devices is lowered. The distance and speed are speedily measured simultaneously. Signal processing gain can be made high and sensitivity can be ensured with



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-286981

(43) 公開日 平成4年(1992)10月12日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 13/60	C	8940-5 J		
7/292	C	8940-5 J		
13/28	B	8940-5 J		
13/93	Z	6959-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平3-51130

(22) 出願日 平成3年(1991)3月15日

(71) 出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72) 発明者 関根 兆五

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

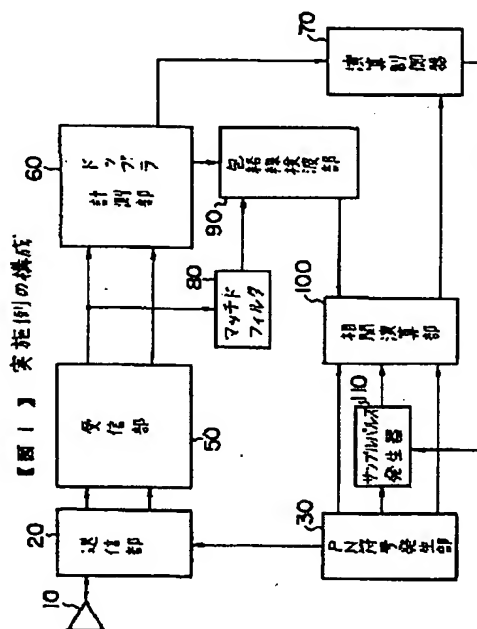
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動車用衝突予防レーダ装置

(57) 【要約】

【目的】 他車搭載の同種装置との干渉を防止し、距離と速度を同時計測し、小電力で検知性能大、高信頼性・安価な装置を実現する。

【構成】 スペクトラム拡散を応用する。PN (疑似雑音) 符号列を、第1 PN符号列と第2 PN符号列として生成する。第1 PN符号列のエポックEP1を第2 PN符号列のチップCH2とし、第2 PN符号列のエポックEP2を障害物との間の電波の往復時間より十分長くとる。マッチドフィルタ80及び相関演算部100で相関を求め、障害物との距離を求める。ドップラ計測部60でドップラ成分を抽出し、相対速度を求める。他車装置による妨害確率が低下する。距離と速度が同時に迅速に計測される。信号処理利得を高くとることができ、送信電力小でも感度を確保できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 搭載に係る自動車の走行方向に対して電波を送信し反射波を受信する空中線と、所定長のエポックを有する第1の疑似雑音符号列を発生させる手段、第1の疑似雑音符号列のエポックをチップとし電波の反射・往復に要する時間より充分長いエポックを有する第2の疑似雑音符号列を発生させる手段、及び第1の疑似雑音符号列と第2の疑似雑音符号列の乗算により送信すべき疑似雑音符号列を発生させる手段を含む疑似雑音符号発生部と、前記送信すべき疑似雑音符号列により所定周波数の信号を変調し送信すべき信号として空中線に供給する送信部と、空中線により受信される信号を復調して出力する受信部と、受信部から出力される信号に含まれ疑似雑音符号列を構成する第1の疑似雑音符号列と、送信に係る第1の疑似雑音符号列と一致した構成を有する符号列との相関を求めることにより、当該信号から第2の疑似雑音符号列に係る変調成分を含む信号を抽出し出力する第1の相関出力手段と、第1の相関出力手段の出力に変調成分として含まれる第2の疑似雑音符号列と、送信に係る第2の疑似雑音符号列との相関を求めることにより、受信に係る信号における第1の疑似雑音符号列のエポック到来タイミングを求める第2の相関出力手段と、第2の相関出力手段によって求められる第1の疑似雑音符号列のエポック到来タイミングと、送信に係る第1の疑似雑音符号列のエポック発生タイミングと、に基づき、電波の反射・往復による遅延時間を演算し、反射に係る障害物との距離を求める演算手段と、を備え、電波の反射に係る障害物との距離を表す遅延時間を、符号列の相関演算によって求め検出することを特徴とする自動車用衝突予防レーダ装置。

【請求項2】 請求項1記載の自動車用衝突予防レーダ装置において、受信部から出力される信号からドップラ成分を抽出し障害物に対する相対速度を表す信号を演算手段に出力するドップラ計測部を備え、演算手段が、ドップラ計測部から出力される信号に基づき障害物に対する相対速度を求める手段を備え、障害物との距離及び相対速度を同時計測することを特徴とする自動車用衝突予防レーダ装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の自動車用衝突予防レーダ装置において、第1の相関出力手段が、第1の疑似雑音符号列のエポックを捕捉して第1の疑似雑音符号列に係る変調成分を含まず第2の疑似雑音符号列に係る変調成分を含むパルス信号を出力するよう、第1の疑似雑音符号列の構成に応じた電極構造を有する表面弾性波デバイスであるマッチドフィルタを含み、第2の相関出力手段の出力が、第1の疑似雑音符号列のエポック到来タイミングにおいて発生するパルス信号であることを特徴とする自動車用衝突予防レーダ装置。

【請求項4】 請求項3記載の自動車用衝突予防レーダ装置において、第2の相関出力手段が、送信に係る第1の

疑似雑音符号列のエポック発生タイミングを基準として、求めた相関の出力タイミングを指令に応じ順次遅延させる手段を有し、演算手段が、第2の相関出力手段に対して遅延量を逐次指令する手段を有し、第2の相関出力手段からの出力がパルス信号である場合に第1の疑似雑音符号列のエポック到来タイミングとみなして距離演算を実行することを特徴とする自動車用衝突予防レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車の走行方向に存在する障害物を電波の反射を利用して検出する自動車用衝突予防レーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車用衝突予防レーダ装置は、レーダ技術を利用して自動車の走行に係る安全性を向上させ、自動車社会の要請に応えるための装置である。より具体的には、走行中の自動車から電波を走行方向に送信し、前方に存在する障害物（他車等）に関する情報（距離、相対速度等）を反射波を利用して獲得し、この情報に基づいて警報音等を発して、自動車の乗員の注意を喚起し安全走行を確保するものである。

【0003】 この種の装置がレーダ技術の適用であるところから、障害物に係る情報を獲得する原理としても、既存の各種レーダに対応したものが知られている。すなわち、パルスレーダやFM-CWレーダ等による自動車用衝突予防レーダ装置が知られている。従って、どの種のレーダを採用するかにより、性能等の面で一長一短が生じうる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

(1) 従来の問題点

従来の自動車用衝突予防レーダ装置における問題点としては、例えば次のようなものがあげられる。

【0005】 a) まずパルスレーダによる装置では、送信パルスの尖頭電力が大きくなり、大型化、高価格化が生じる。これは、十分遠距離の障害物を検出しようとする場合に検出能力を高めるため大尖頭電力のパルスが必要とされることによる。従って、パルスレーダによる装置は一般の車両に適するものではないとされる。

【0006】 また、FM-CWレーダによる装置では、パルスレーダによる装置のような問題点は生じない。しかし、簡易な構成で精度の良いFM変調を行うのが困難であり、検出精度向上に支障があった。さらに、並行して走行している他車等が同種の装置を搭載していると、この装置との干渉を引き起こすことがある。

【0007】 従って、従来から、大電力での送信を行うことなく、良好な検出精度を得ることができ、かつ同種の装置との干渉を引き起こすことがない装置が要望されていた。

【0008】b) さらに、FM-CWレーダによる装置では、距離と相対速度を同時計測できないという問題点がある。また、パルスレーダ、FM-CWレーダのいずれにおいても、距離と相対速度を計測しようとする場合、ある一定期間障害物との距離を観測し、その結果から障害物との相対速度を求めるという手法を用いるが、その際、衝突予防の目的からすると、比較的長時間の観測が必要になるという問題点がある。

【0009】距離と相対速度の計測は、乗員に対して警報を行い衝突回避操車の必要を示す上で、非常に有意なものである。すなわち、乗員には、障害物までの程度の距離があるか、現在の速度下では衝突の危険があるかどうかが有効に判断され、警報が提供される。従って、距離と相対速度の計測はこの種の装置として重要な機能である。

【0010】また、距離変化の観測により相対速度を求める際に、長時間が必要であると、これにより警報の遅れが生じ乗員による操車の遅れが生じる可能性がある。従来から、このような危険が生じないよう種々の工夫が検討され施されていたが、安全性確保の趣旨からは、さらなる早期同時検出が可能であれば好ましい。

【0011】(2) 発明の目的

本発明は、これらの問題点を解決することを課題としてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、

a) スペクトラム拡散 (spread spectrum) 方式の応用により、大電力での送信を行うことなく、良好な検出精度を得ることができ、かつ同種の装置との干渉を引き起こすことがない装置を提供すること、

b) 距離と相対速度の同時計測を高速で行い迅速な警報を可能にすること、

c) さらに安価かつ高信頼性の装置を実現すること、にある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明は、送信すべき疑似雑音 (PN: pseudo noise) 符号列を発生させるPN符号発生部を含む。このPN符号発生部は、所定長のエポックを有する第1のPN符号列を発生させ、第1のPN符号列のエポックをチップとし電波の反射・往復に要する時間より充分長いエポックを有する第2のPN符号列を発生させ、第1のPN符号列と第2のPN符号列の乗算により送信すべきPN符号列を発生させる。さらに、本発明は、搭載に係る自動車の走行方向に対して電波を変調し反射波を受信する空中線と、送信すべきPN符号列により所定周波数の信号を増幅し送信すべき信号として空中線に供給する送信部と、空中線により受信される信号を増幅して出力する受信部と、受信部から出力される信号に含まれる第1のPN符号列と、送信に係る第1のPN符号列と一致した構成を有する符号列と、の相関を求めることにより、当該信号から第2のPN符号列に係る変調成分を含む信号

を抽出し出力する第1の相関出力手段と、第1の相関出力手段の出力に含まれる第2のPN符号列と、送信に係る第2のPN符号列と、の相関を求めることにより、受信に係る信号における第1のPN符号列のエポック到来タイミングを求める第2の相関出力手段と、第2の相関出力手段によって求められる第1のPN符号列のエポック到来タイミングと、送信に係る第1のPN符号列のエポック発生タイミングと、に基づき、電波の反射・往復による遅延時間を演算し、反射に係る障害物との距離を求める演算手段と、を備え、電波の反射に係る障害物との距離を表す遅延時間を、符号列の相関演算によって求め検出することを特徴とする。

【0013】さらに、請求項2は、受信部から出力される信号からドップラ成分を抽出し障害物に対する相対速度を表す信号を演算手段に出力するドップラ計測部を備え、演算手段が、ドップラ計測部から出力される信号に基づき障害物に対する相対速度を求める手段を備え、障害物との距離及び相対速度を同時計測することを特徴とする。

【0014】加えて、請求項3は、第1の相関出力手段が、第1のPN符号列のエポックを捕捉して第1のPN符号列に係る変調成分を含まず第2のPN符号列に係る変調成分を含むパルス信号を出力するよう、第1のPN符号列に応じた電極構造を有する表面弾性波デバイスであるマッチドフィルタを含み、第2の相関出力手段の出力が、第1のPN符号列のエポック到来タイミングにおいて発生するパルス信号であることを特徴とする。

【0015】そして、請求項4は、第2の相関出力手段が、送信に係る第1のPN符号列のエポック発生タイミングを基準として、求めた相関の出力タイミングを指令に応じ順次遅延させる手段を有し、演算手段が、第2の相関出力手段に対して遅延量を逐次指令する手段を有し、第2の相関出力手段からの出力がパルス信号である場合に第1のPN符号列のエポック到来タイミングとみなして距離演算を実行することを特徴とする。

【0016】

【作用】本発明においては、PN符号発生部により所定の構成を有するPN符号列が送信部に供給され、このPN符号列によって変調された信号が空中線から走行方向に送信される。走行方向に障害物が存在する場合、反射に係る電波が空中線により受信され、受信部により増幅される。増幅の結果得られる信号は、送信に係る信号に対し、障害物との間を電波が往復するために必要な時間だけ遅延している。また、障害物に対する相対速度に応じた量のドップラ成分が含まれている。

【0017】請求項1においては、受信に係る信号における遅延時間に着目し、PN符号列の相関を求めることにより、反射に係る障害物との距離が求められる。

【0018】まず、受信部により増幅された結果得られる信号には、PN符号列に係る変調成分が含まれてい

る。請求項1においては、このPN符号列について、第1の相関出力手段及び第2の相関出力手段により送信に係るPN符号列との相関が求められる。

【0019】より具体的には、まず、第1の相関出力手段により受信に係るPN符号列と送信に係る第1のPN符号列との相関が求められる。ここで、第1のPN符号列とは、送信に係るPN符号列を構成する符号列である。すなわち、PN符号発生部においては、第1のPN符号列と第2のPN符号列との積として送信に係るPN符号列が求められる。第2のPN符号列は、第1のPN符号列のエポックをチップとし電波の反射・往復に要する時間より充分長いエポックを有するよう、生成されるものである。第1の相関出力手段においては、PN符号列を構成する符号列のうち短いエポックを有する第1のPN符号列に一致する構成の符号列と、受信に係るPN符号列と、の相関が求められる。

【0020】この様にして求められた相関は、第1の相関出力手段から第2のPN符号列に係る変調成分を含む信号として出力され、第2の相関出力手段に供給される。第2の相関出力手段においては、この第2のPN符号列と、送信に係る第2のPN符号列と、の相関が求められる。すると、相関として、受信に係る信号における第1のPN符号列のエポック到来タイミングを表す結果が得られる。このタイミングは、演算手段により送信に係る第1のPN符号列のエポック発生タイミングと比較され、電波の反射・往復による遅延時間が求められる。この遅延時間は、障害物との距離を表すものであり、これにより障害物との距離を検出することが可能になる。

【0021】従って、請求項1においては、第2のPN符号列のエポックの設定により、他の車に搭載された同種装置からの干渉が排除される。また、送信にあたってパルスレーダのように大電力が必要とされることはなく、迅速に精度良い距離検出が行われる。

【0022】また、請求項2においては、受信に係る信号におけるドップラ成分に着目し、距離と併せ、相対速度が求められる。すなわち、ドップラ計測部により、受信部から出力される信号からドップラ成分が抽出される。さらに、演算手段により、ドップラ計測部から出力される信号に基づき、障害物に対する相対速度が求められる。この結果、請求項1の装置に加え、相対速度の同時計測が行われることになる。

【0023】請求項3においては、第1の相関出力手段がマッチドフィルタを含む構成として実現される。すなわち、マッチドフィルタは、その電極構造に適合するエポックの符号列を捕捉して、パルス信号を出力する相関器の一種である。請求項3においては、このマッチドフィルタの電極構造が第1のPN符号列に応じて設定されており、その出力は、第2のPN符号列に係る変調成分のみを含むパルス信号となる。従って、請求項3においては、信頼性が高いマッチドフィルタの利用により、安

価な構成の装置が実現される。

【0024】そして、請求項4においては、第2の相関出力手段からの相関出力が帰引的に遅延される。すなわち、送信に係る第1のPN符号列のエポック発生タイミングを基準として、相関の出力タイミングが順次遅延される。また、この遅延は、演算手段からの指令に応じて行われる。このような動作の結果、相関の出力タイミングがパルス信号のタイミングと一致すると、当該パルス信号が演算手段に供給されることになる。パルス信号の発生タイミングは、第1の相関出力手段からのパルス信号の出力タイミングにより規定されているため、演算手段は、これを第1のPN符号列のエポック到来タイミングとみなして距離演算を実行する。従って、請求項4においては、遅延時間の検出が簡易かつ正確に実現される。

【0025】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面に基づき説明する。

【0026】(1)全体構成

図1には、本発明の一実施例に係る自動車用衝突予防レーダ装置の構成が示されている。この図に示されるように、本実施例は、送受信空中線10、送信部20、PN符号発生部30、受信部50、ドップラ計測部60、演算制御器70、マッチドフィルタ80、包絡線検波部90、相関演算部100及びサンプルパルス発生器110から構成されている。

【0027】送受信空中線10は、本実施例装置を搭載する車両の例えば前部に搭載され、送信部20から供給される送信信号を走行方向に送信し、前車等の障害物からの反射波を受信して受信部50に受信信号として供給する。また、PN符号発生部30は、送信すべきPN符号列を発生させ送信部20に供給し、かつ、遅延処理が施された第2PN符号列を相関演算部100に、第1PN符号列のエポックのタイミングをサンプルパルスの発生基準としてサンプルパルス発生部110に、第2PN符号列のエポックの長さを積分期間として相関演算部100に、それぞれ供給する。

【0028】受信部50は、受信信号を増幅してPN符号列に係る変調成分及びドップラ成分を含む信号を出力する。これら増幅された信号は、受信部50においてマッチドフィルタ80の駆動に適した周波数に変換され、表面弾性波(SAW)素子により構成された相関器の一種であるマッチドフィルタ80及びドップラ計測部60に供給される。また、受信部50における周波数変換に係る発振器出力も、ドップラ計測部60に供給される。

【0029】また、マッチドフィルタ80からは、第1PN符号列のエポック毎にパルスが出力され、包絡線検波部90においてドップラ計測部60からの信号による位相検波等が実行される。包絡線検波部90の出力は、相関演算部100における第2PN符号列との相関演算に供され、サンプルパルス発生部110から演算制御器

70によるタイミング制御の下に出力されるサンプルパルスによってサンプリングされ、第2PN符号列のエポックの期間で積分されて、演算制御器70に供給される。

【0030】演算制御器70は、ドップラ計測部60からのドップラ偏移量、及び相関演算部100の出力に基づき、それぞれ相対速度及び距離を演算する。演算の結果得られた情報は、いわゆる衝突情報として衝突の危険性の判断に使用され、車両の乗員又は制御装置に供給される。

【0031】以下、本実施例の動作について、各部の構成を参照しながら説明する。

【0032】(2) 送信

本実施例における送信動作は、PN符号発生部30、送信部20及び送受信空中線10によって行われる。図2にはPN符号発生部30の構成が、図3には送信部20の構成が、それぞれ示されている。

【0033】図2に示されるように、PN符号発生部30は第1PN発生器32及び第2PN発生器34を備えている。第1PN発生器32は、基準発振器36から所定周波数の信号を取り込み、これに基づき第1PN符号列を発生させる。

【0034】第1PN符号列は、チップがCH1、エポックがEP1の大きさの符号列であり、例えば最長符号系列(通常N系列という)の符号列である。第1PN発生器32において発生した第1PN符号列は、第1積演算器38に供給される。

【0035】また、第2PN発生器34は、第1PN発生器32からエポックEP1に係る情報を取り込み、チップがCH2、エポックがEP2の大きさの第2PN符号列を発生させる。第2PN発生器34において発生した第2PN符号列は、第1PN符号列と同様第1積演算器38に入力される。第1積演算器38は、第1PN符号列と第2PN符号列について例えばEXORの演算を行い、その結果、すなわち積に係るPN符号列を送信部20に出力する。

【0036】ここで、第1PN符号列と第2PN符号列の関係は、図8(1)に示されるような関係である。すなわち、第1PN符号列のエポックEP1は比較的短い時間に設定されており、このEP1は第2PN符号列のチップCH2に等しく設定されている。すなわち、CH1のチップがN個集合して第1PN符号列のエポックEP1を形成する一方で、大きさがEP1に等しいチップCH2をM個集合させて第2PN符号列が形成される。第2のPN符号列エポックEP2は、電波の反射・往復に要する最大の時間(最大測定可能距離に対応する)よりも十分に長くなるよう設定されているものとする。

【0037】第1積演算器38により求められたPN符号列は、従って、図8(1)に示されるような二重の構造を有するものとなる。このようにして得られたPN符

号列は、図3に示される構成を有する送信部20に供給される。

【0038】送信部20においては、PN符号列が変調器24に取り込まれる。変調器24は、送信用発振器22から出力される信号をPN符号列によって位相変調し、サーキュレータ26を介して送受信空中線10に供給する。送受信空中線10は、車両の走行方向にこれを電波として送信する。

【0039】(3) 受信

10 送受信空中線10によって相互方向に送信された電波は、当該方向に存在する障害物(他の車等)により反射され、再び送受信空中線10により受信される。受信された電波は、送信部20のサーキュレータ26を介して受信部50に取り込まれる。

【0040】図4には、受信部50の構成が示されている。この図に示されるように、受信部50は、第1ミキサ52、増幅器54、第2ミキサ56及び発振器58を備えている。受信に係る信号は、第1ミキサ52に取り込まれ、この第1ミキサ52において変調成分とドップラ偏移に係る成分のみが取り出される。第1ミキサ52には、送信部20に含まれる送信用発振器22から信号が取り込まれており、受信に係る信号と発振器22に係る信号とが混合されることにより変調成分とドップラ偏移に係る成分のみが取り出されることになる。この変調成分とドップラ偏移に係る成分は、増幅器54において必要なレベルまで増幅された上で第2ミキサ56に供給される。

【0041】ここで、第2ミキサ56に取り込まれる信号には、PN符号列に係る変調成分とドップラ偏移に係る成分とが共に含まれている。PN符号列に係る変調成分は、例えば図8(2)に示されるように、送信に係るPN符号列からある時間 t_1 だけ遅延した符号列となっている。この時間 t_1 は、送受信空中線10と障害物との間を電波が往復するのに要する時間である。また、ドップラ成分は、本実施例装置の搭載に係る自動車と障害物との相対速度により生じた成分であり、当該相対速度を表している。

【0042】第2ミキサ56においては、このPN符号列に係る成分及びドップラ成分を含む信号が、発振器58の出力と混合され、後段のドップラ計測部60及びマッチドフィルタ80に出力される。なお、発振器58を設ける理由については後に説明する。

【0043】(4) 相対速度計測

図5には、受信部50の第2ミキサ56からPN符号列に係る成分及びドップラ成分を有する信号を取り込み、ドップラ成分を抽出するドップラ計測部60の構成が示されている。

【0044】ドップラ計測部60は、2選倍器62、PLL64、1/2ディバイダ66及びカウンタ68を備えている。ここで、送信に係る信号が送信部20の変調

器24において0度180度の二相位相変調されているものとすれば、これを2週倍器62において2週倍することによりPN符号列に係る成分が消滅することになる。すなわち、ドップラ成分のみが残る。取り出されたドップラ成分は、狭帯域フィルタであるPLL64を介して1/2ディバイダ66に与えられ、ここで再度元の周波数に戻される。すなわち、周波数が2週倍器62出力の半分の周波数とされる。1/2ディバイダ66の出力は、後述する位相検波器に供給される一方でカウンタ68に供給され、このカウンタ68において発振器58の出力に係る信号との周波数差をカウントすることにより、ドップラ成分を表すデータが得られることになる。このデータは、カウンタ68から演算制御器70に与えられ、演算制御器70はこのデータを基に相対速度に係る情報の出力等を実行する。

【0045】(5) 距離計測

本実施例の特徴とするところは、このような相対速度の計測のみならず同時に距離の計測をも実行することである。この距離計測は、図8(1)に示される二重構造のPN符号列を利用してマッチドフィルタ80乃至相関演算器110において実行される。

【0046】(5.1) マッチドフィルタ

図8(3)には、図8(2)に示される信号を取り込んだ場合のマッチドフィルタの出力が示されている。

【0047】マッチドフィルタ80は、先に述べたように、SAW素子によって構成された一種の相関器であり、その送受信電極構造が第1PN符号列に対応した構造となっている。従って、第2ミクスサ56からの出力がマッチドフィルタ80内を伝搬すると、第1PN符号列に係るエポックの到来タイミングにおいて図8(3)に示されるような鋭いパルス状波形出力が得られる。言換えば、マッチドフィルタ80により、受信に係るPN符号列と第1PN符号列との相関が求められ、その結果として、図8(3)に示されるような出力が得られることになる。

【0048】なお、前述の発振器58は信号の周波数をマッチドフィルタ80の駆動に適した周波数に変換するためのものである。従って、図8(3)に示されるマッチドフィルタ80の出力は、第2PN符号列に係る変調成分とドップラ成分とを含んでいる。これらのうちドップラ成分を除去するために、マッチドフィルタ80の後段において包絡線検波が実行される。図6には、この包絡線検波に係る包絡線検波部90の構成が示されている。

【0049】この図に示されるように、包絡線検波部90は、マッチドフィルタ80の出力をドップラ計測部60の1/2ディバイダ66の出力により検波する位相検波器92を備えている。マッチドフィルタ80の出力が位相検波器92により検波されると、その包絡線が検出されることになる。位相検波器92の後段には、順次に

微分器94及び整形器96が接続されている。微分器94は、位相検波器92の出力を微分して包絡線の立上りから中心までの前半を抽出し、これによりマッチドフィルタ80の出力のパルス幅を狭める。その出力は、整形器96により整形され、ディジタル回路で取扱い易い形に整えられる。整形器96の出力は、相関演算部100に出力される。

【0050】(5.2) 相関演算部

図7には、相関演算部100の構成が示されている。この図に示されるように、相関演算部100は第2積演算器102、サンプラ器104及び積分器106を有している。

【0051】第2積演算器102は、包絡線検波部90の整形器96から第1PN符号列の到来タイミングを表すパルス信号を取り込み、PN符号発生部30の遅延回路40の出力と乗算する。すなわち、EXOR等の演算を行う。

【0052】ここに、PN符号発生部30の遅延回路40は、第2PN発生器34から出力される第2PN符号列を所定時間だけ遅延させる機能を有している。この遅延回路40において遅延させる時間は、例えばマッチドフィルタ80における遅延時間に相当する。遅延回路40は、このような遅延を施した第2PN符号列を第2積演算器102に与え、積演算により、送信に係る第2PN符号列と受信に係るパルス信号との相関を演算させる。

【0053】第2積演算器102の出力は、後段のサンプラ器104に与えられる。サンプラ器104の出力タイミングを決定するサンプラパルス発生部110は、演算制御器70からの制御に基づきサンプラパルスを発生させる。このサンプラパルス発生部110には、第1PN発生器32におけるエポックEP1に係る情報が取り込まれており、サンプラパルス発生部110は、エポックEP1の開始タイミングを基準として、演算制御器70からの指令に応じて遅延させつつ、逐次サンプラパルスを発生させる。

【0054】図9には、このサンプラパルス発生に係る演算制御器70の動作が示されている。

【0055】演算制御器70は、まず、動作開始直後にPを1に設定する(200)。このPは、続くステップ202においてサンプラパルス発生部110に設定される。これに応じ、サンプラパルス発生部110は、EP1の発生タイミングからPだけ遅延したタイミングでサンプラパルスを発生させ、サンプラ器104に供給する。

【0056】すなわち、Pは、サンプラパルス発生部110におけるサンプラパルス発生が遅れ時間に相当する。この遅れ時間は、EP1の発生タイミングを基準としており、従って、最大測定可能距離に対応する時間より小さくなければならない。従って、続くステップ20

4においては遅れ時間Pが最大測定距離に対応する遅れ時間Kと比較され、前者が後者より小である場合にのみ次のステップ206に移る。この条件が満たされない場合、障害物が存在しないものとみなしてステップ200に戻る。

【0057】ステップ206は、相関演算部100において積分器106が実行するステップである。すなわち、積分器106は、サンプラ器104の出力を積分する。積分期間は、第1PN符号列のエポックの個数で言えばM個、すなわち第2PN符号列のエポックの大きさEP2に対応する。そのため、積分器106は、第2PN発生器34からEP2に係る情報を取り込み、これに基づき積分動作を実行する。

【0058】積分器106の出力は、遅れ時間Pがある時間に設定された場合にのみ、閾値TH以上の値となる。例えば、図8(4)に示されるように、Pが t_1 に設定されている場合には、第2積演算器102の出力にパルスが発生していないため、この時点においてサンプラパルスを発生させサンプリングを行ったとしても、サンプラ器104からは出力が得られない。従って、これを積分しても閾値TH以上の出力は得られない。

【0059】しかし、遅れ時間Pが電波の反射・往復に係る遅延時間 t_d とほぼ一致する時間であれば、サンプリングにより図8(4)のパルスが捕えられ、積分器106の出力がある一定レベル以上となる。従って、積分器106の出力を閾値判定することによって、現在設定している遅れ時間Pが遅延時間 t_d と一致しているか否かを知ることができる。このような動作を行なうべく、演算制御器70は、ステップ206の後にステップ208を実行する。ステップ208は、積分器106の出力が閾値TH以上であるか否かの判定、すなわち遅れ時間Pが遅延時間 t_d と一致しているか否かの判定であり、一致していると判定された場合にはステップ210において距離演算が、これ以外の場合にはステップ212において遅れ時間Pのインクリメントが、それぞれ実行され、前者の場合にはステップ200に、後者の場合にはステップ202に、それぞれ移行する。なお、積分器106の積分期間はEP2の整数倍であればよい。

【0060】ここに、ステップ210における距離演算は、遅れ時間P(遅延時間 t_d に一致する)に電波の速度を乗じ、更に往復を考慮して2で除じた値として求められる。

【0061】従って、この実施例に係るマッチドフィルタ80及び相関演算部100においてそれぞれ相関を求めることにより、距離計測がドップラ計測部60における速度計測とほぼ同時に実行されることになる。

【0062】(6) 効果

このように、本実施例においては、第1PN符号列及び第2PN符号列の積に係るPN符号列で変調された信号により距離計測を実行するようにしているため、他車に

搭載されている同種装置からの干渉を抑え、妨害を低減することができる。例えば、図10に示されるように、自車Aの前方に他車Bが走行しているときに、自車Aと平行して走行している他車Cによる電波が他車Bにより反射して自車Aに搭載される装置に受信された場合や、反対車線を走行中の他車Dから発せられた電波が自車Aに搭載する装置に受信された場合であっても、この干渉を最小限に抑えることができる。

【0063】これは、第2PN符号列のエポックEP2を電波の伝搬時間より十分に大きくすることにより得られるものである。例えば、計測可能な最大距離を150mとした場合、この距離を電波が往復するのに要する時間は $1\mu\text{sec}$ となる。エポックEP2を例えば 1ms に設定すれば、他車から受ける妨害の確率を $1/1000$ に抑圧することができる。この確率は、実質的に他車からの妨害を排除したことに相当する確率である。従って、本実施例においては、他車に搭載された同種装置からの干渉を防止して正確な距離測定を行うことができる。

【0064】さらに、本実施例においては、相関演算により求められる距離に加え、ドップラ成分の抽出により相対速度をも同時に計測することが可能である。従って、例えば距離及び相対速度をいわゆる衝突情報として用い、車両の乗員に必要な警報を行うことができ、乗員はこれに応じて衝突回避を図ることができる。すなわち、十分衝突の回避を図れる程度の短い時間内に精度良く警報を発することができる。従って、衝突予防用レーダ装置としての安全性、信頼性を高めることが可能となる。

【0065】また、PN符号列の長さを十分長く取ることが可能であるため、信号処理利得を高く設定することができる。この結果、送信に係る電波の電力を小さくしても、当該信号処理利得によって合計の利得を確保することができる。この結果、例えば従来大きな尖頭電力の送信によって得られていた障害物検出能力と同等の検出能力を小電力でも得ることができ、送信の尖頭電力を著しく低下させることと感度の向上を同時に実現できる。また、このために必要な構成は低価格でかつ信頼性の高いものである。

【0066】さらに、この実施例においては、マッチドフィルタ80を用いて装置を簡易に実現することができる。マッチドフィルタは、信頼性が高い部品として知られており、従って、信頼性の向上及び装置価格の低下に寄与している。さらには、遅延時間 t_d の検出をデジタル処理のみに行うことができるため、安価かつ簡易に装置を構成可能となる。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、符号列の相関を求めエポックのタイミングにより遅延時間を求めるようにしたため、エポックの長さの設定によ

り、他の車に搭載された同種装置の影響を排除して、迅速、小電力、かつ正確に障害物との距離を測定できる。

【0068】また、請求項2によれば、ドップラ偏移による相対速度測定を同時に行うようにしたため、距離と相対速度を同時にかつ迅速に測定でき、乗員に対しより有効な情報を供給できる。

【0069】さらに、請求項3によれば、マッチドフィルタの利用により、安価かつ高信頼性の装置を実現できる。

【0070】そして、請求項4によれば、デジタル演算に好適な形態で、遅延時間に係る情報が得られ、安価かつ簡易に装置を構成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る自動車用衝突予防レーダ装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】この実施例におけるPN符号発生部の構成を示すブロック図である。

【図3】この実施例における送信部の構成を示すブロック図である。

【図4】この実施例における受信部の構成を示すブロック図である。

【図5】この実施例におけるドップラ計測部の構成を示すブロック図である。

【図6】この実施例における包絡線検波部の構成を示すブロック図である。

【図7】この実施例における相関演算部の構成を示すブロック図である。

【図8】この実施例における距離測定原理を示す図であり、図8(1)はPN符号列の構成を、図8(2)は受

信信号の内容を、図8(3)はマッチドフィルタの出力を、図8(4)は第2積演算器の出力を、それぞれ示す図である。

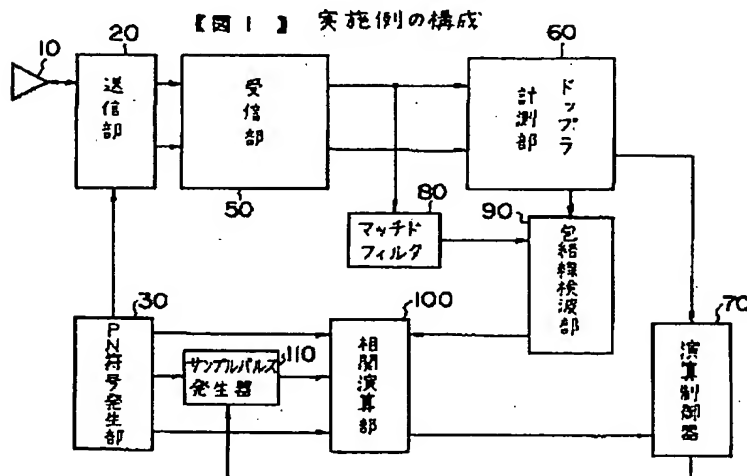
【図9】この実施例におけるサンプリング及び遅延時間検出の動作を示すフローチャート図である。

【図10】この実施例における他車干渉排除の状況を説明する図である。

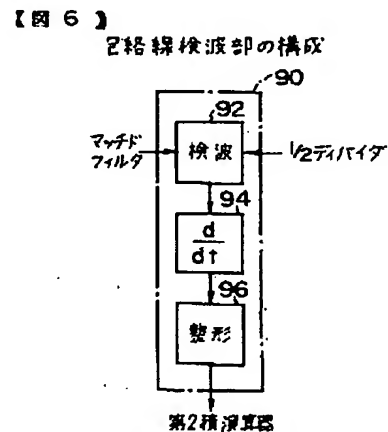
【符号の説明】

- 10 送受信空中線
- 20 送信部
- 30 PN(疑似雑音)符号発生部
- 32 第1PN発生器
- 34 第2PN発生器
- 38 第1積演算器
- 50 受信部
- 60 ドップラ計測部
- 70 演算制御器
- 80 マッチドフィルタ
- 90 包絡線検波部
- 100 相関演算部
- 102 第2積演算器
- 104 サンプラ器
- 106 積分器
- 110 サンプルパルス発生器
- EP1 第1PN符号列のエポック
- EP2 第2PN符号列のエポック
- CH1 第1PN符号列のチップ
- CH2 第2PN符号列のチップ
- P サンプルパルスの遅れ時間

【図1】



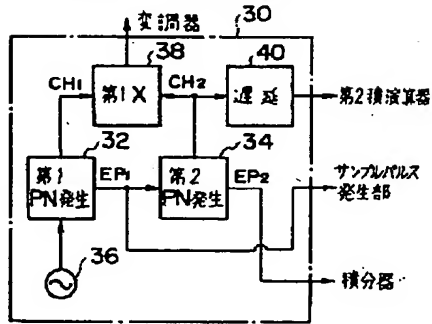
【図6】



【図2】

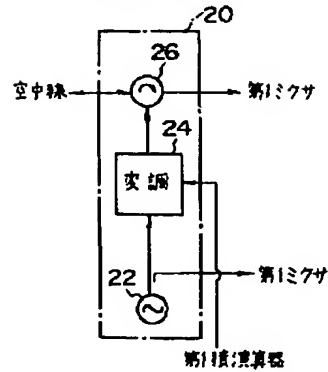
【図3】

【図2】 PN符号発生部の構成



【図4】

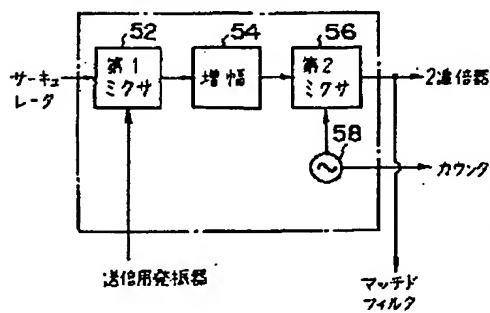
【図3】 送信部の構成



【図5】

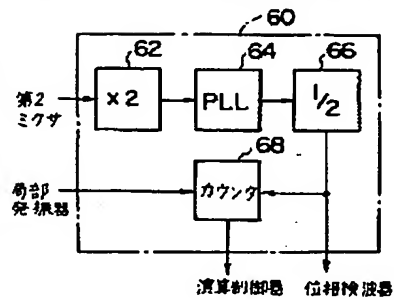
【図4】

受信部の構成



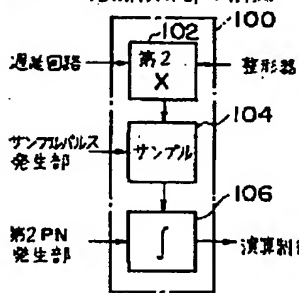
【図7】

【図5】 ドップラ計測部の構成



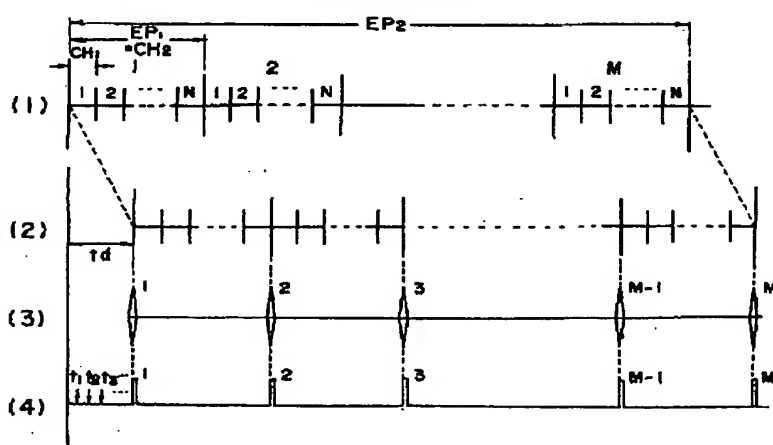
【図8】

【図7】 相関演算部の構成



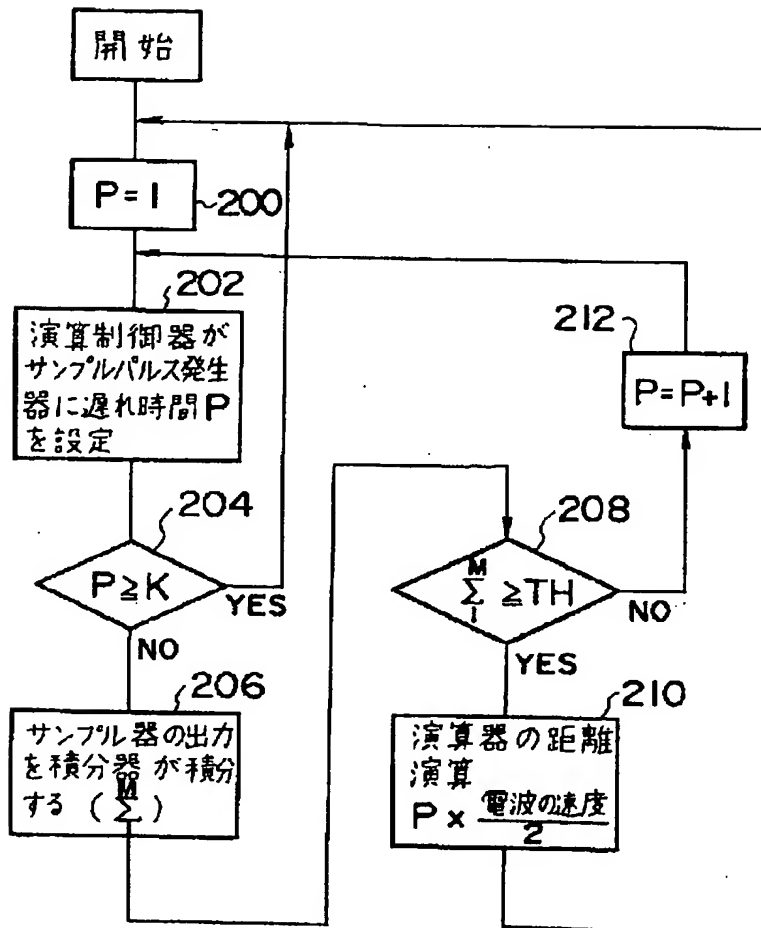
【図8】

距離測定原理



【図9】

【図 9】



【図10】

【図10】

